

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-217479

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

H01L 43/08

G11B 5/39

G11C 11/15

(21)Application number : 2000-024610

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 02.02.2000

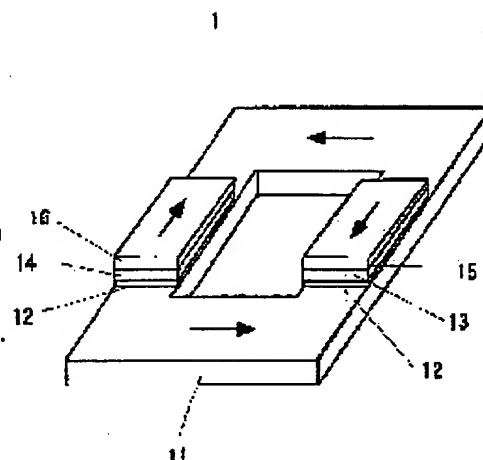
(72)Inventor : NAMIKATA RYOJI
MICHIJIMA MASASHI
HAYASHI HIDEKAZU

(54) MAGNETIC TUNNEL JUNCTION ELEMENT AND MAGNETIC MEMORY USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the influence of a diamagnetic field from becoming large by magnetic poles at both end parts due to the miniaturization of an MTJ element and to prevent the magnetization of a memory layer from becoming unstable.

SOLUTION: A ferromagnetic layer 11 being the memory layer of the MTJ element 1 is made into a closed magnetic path structure in a square shape. Ferromagnetic layers 13 and 14 are formed on it through insulating layers 12 and two tunnel junction parts are formed. Then, the two tunnel junction parts are connected in series and a resistance change is detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-217479

(P2001-217479A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

サーチコード (参考)

H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/08

Z 5 D 0 3 4

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

G 1 1 C 11/15

G 1 1 C 11/15

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願2000-24610 (P2000-24610)

(22) 出願日

平成12年2月2日 (2000.2.2)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 南方 量二

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 道嶋 正司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100102277

弁理士 佐々木 晴康 (外2名)

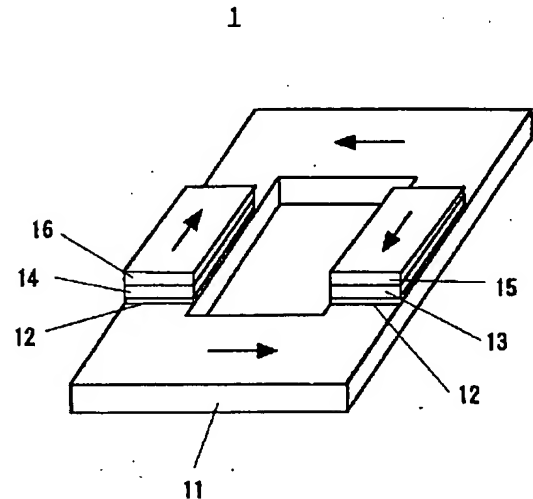
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気トンネル接合素子及びそれを用いた磁気メモリ

(57) 【要約】

【課題】 MTJ素子の微細化にともない両端部の磁極による反磁界の影響が大きくなり、メモリ層の磁化が不安定になる。

【解決手段】 MTJ素子1のメモリ層となる強磁性層11をコの字状の閉磁路構造とし、その上に絶縁層12を介して強磁性層13、14を形成して、2つのトンネル接合部を形成するとともに、この2つのトンネル接合部を直列接続して、抵抗変化を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 閉回路構造を有する第1の強磁性層上に、絶縁層を介して、磁化の方向が固定された2つの第2の磁性層を互い電氣的に分離するように積層したことを特徴とする磁気トンネル接合素子。

【請求項2】 前記第2の強磁性層上に交換結合する反強磁性層をそれぞれ積層したことを特徴とする請求項1記載の磁気トンネル接合素子。

【請求項3】 閉回路構造を有する第1の強磁性層上に、絶縁層を介して、磁化の方向が固定された2つの第2の磁性層を互い電氣的に分離するように積層した磁気トンネル接合素子を用いたことを特徴とする磁気メモリ。

【請求項4】 書き込み用電流線を前記第1の強磁性層の中央部に配置することを特徴とする請求項3記載の磁気メモリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気トンネル接合素子及びそれを用いた磁気メモリに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気トンネル接合(MTJ)素子は、従来の異方性磁気抵抗効果(AMR)素子や巨大磁気抵抗効果(GMR)素子に比べて大きな出力が得られることから、HDD(ハード・ディスク・ドライブ)用再生ヘッドや磁気メモリへの応用が考えられている。

【0003】特に、磁気メモリは、半導体メモリと同じく稼動部の無い固体メモリであるが、電源が断たれても情報を失わない、繰り返し回数が無限回である、放射線が入射しても記録内容が消失する危険性が無い等、半導体メモリと比較して有効である。

【0004】従来のMTJ素子の構成について、特開平9-106514号公報に記載されたものを一例として図2に示す。

【0005】図2のMTJ素子2は、反強磁性層21、強磁性層22、絶縁層23、強磁性層24を積層したものである。ここで、反強磁性層21としてはFeMn、NiMn、PtMn、IrMn等の合金が用いられ、強磁性層22及び強磁性層24としてはFe、Co、Ni或はこれらの合金が用いられる。絶縁層23としては各種の酸化物や窒化物が検討されているが、Al₂O₃膜の場合に最も高い磁気抵抗(MR)比が得られている。

【0006】なお、この他に、反強磁性層21を除いた構成で、強磁性層22と強磁性層24の保磁力差を利用したMTJ素子も知られている。

【0007】図2の構造のMTJ素子2を磁気メモリに使用する場合の動作原理は以下の通りである。

【0008】強磁性層22及び強磁性層24の磁化はいずれも膜面内にあり、平行もしくは反平行となるように実効的な一軸磁気異方性を有している。強磁性層22の

磁化は反強磁性層21との交換結合により実質的に一方方向に固定され、強磁性層24の磁化の方向で記憶を保持する。

【0009】メモリ層となる強磁性層24の磁化が強磁性層22の磁化と平行もしくは反平行でMTJ素子2の抵抗が異なることを検出することにより、読み出しを行う。

【0010】書き込みについては、MTJ素子2の近傍に配置した電流線が発生する磁界を利用して強磁性層24の磁化の向きを変えることで実現される。

【0011】ところで、半導体メモリの代表的な例であるDRAMと同等の出力を得るためにMTJ素子のMR比は100%近い値が必要となるが、現在までに報告されているMTJ素子のMR比は最大でも40%前後である。今後更に改善されると予想されるが、単一のMTJ素子で上記の要求を満足することは困難と考えられる。

【0012】そこで、GMR素子で既に採用されているデュアルスピンバルブ構造と同様に、図3に示す構造とすることにより実質的に二倍のMR比を得ることができる。

【0013】図3に示す構造のTMR素子3では、反強磁性層31、強磁性層32、絶縁層33、強磁性層34、絶縁層35、強磁性層36、反強磁性層37が積層されている。各磁性層及び絶縁層には図2と同様の材料を使用することができる。

【0014】TMR素子3を磁気メモリとして使用する場合には、強磁性層34の磁化方向で記憶を保持し、強磁性層32、36の磁化との平行、反平行でTMR素子3の抵抗が変化することを検出する。TMR素子3は2箇所のトンネル接合部が直列に接続されていることから、図2に示す単一のトンネル接合部を有する従来のTMR素子2と比較して、略2倍の出力を得ることができる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】図3に示す構造のMTJ素子3では強磁性層32、34、36の磁化が面内方向であるため、両端部には磁極が発生する。磁気メモリの高密度化を図るにはMTJ素子3を微細化が必要があるが、素子の微細化にともない両端部の磁極による反磁界の影響が大きくなってしまう。

【0016】強磁性層32、36は反強磁性層31、37と交換結合していることから、上記の反磁界の影響は少なく、また米国特許5841692号公報に開示されているように、強磁性層32、36を反強磁性結合する二つの強磁性層で構成することにより、端部に発生する磁極の影響を実質的にゼロにすることができる。

【0017】しかしながら、メモリ層となる強磁性層34については同様の手法を取ることができないことから、パターンが微細化するに連れて端部磁極の影響により磁化が不安定となり、記憶の保持が困難となる。

【0018】そこで、本発明は、パターンが微細化してもメモリ層に記録された磁化状態が安定に存在することのできるデュアルスピンバルブ構造のMTJ素子及びそれを用いた磁気メモリを提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気トンネル接合素子は、閉磁路構造を有する第1の強磁性層上に、絶縁層を介して、磁化の方向が固定された2つの第2の磁性層を互い電気的に分離するように積層したことを特徴とする。

【0020】さらに、前記第2の強磁性層上に交換結合する反強磁性層をそれぞれ積層したことを特徴とする。

【0021】また、本発明の磁気メモリは、閉磁路構造を有する第1の強磁性層上に、絶縁層を介して、磁化の方向が固定された2つの第2の磁性層を互い電気的に分離するように積層した磁気トンネル接合素子を用いたことを特徴とする。

【0022】さらに、書き込み用電流線を第1の強磁性層の中央部に配置することを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図をもとに本発明について詳細に説明する。

【0024】本発明のMTJ素子の構成例を図1に示す。

【0025】図1に示すように、本発明のMTJ素子1は、口の字型の強磁性層11の2辺上に絶縁層12、強磁性層13、14、反強磁性層15、16をそれぞれ電気的に分離して積層した。なお、上記とは逆の順序に各層を積層してもよい。

【0026】強磁性層11は、平面内で閉磁路構造（右回りまたは左回りの磁化）を有しており、端部での磁極の発生が回避できるようになっている。また、強磁性層13、14はそれぞれ反強磁性層15、16と交換結合しているため、磁化方向は固定されている。

【0027】強磁性層11、13、14の材料としては、Fe、Co、Ni或はこれらの合金を用いることができる。なお、強磁性層13、14はそれぞれ別の材料で構成することも可能であるが、同一の材料で構成する方が素子の作成が容易になる。

【0028】反強磁性層15、16の材料としては、FeMn、NiMn、PtMn、IrMn等の合金を用いることができる。なお、反強磁性層15、16はそれぞれ別の材料で構成することも可能であるが、同一の材料で構成する方が素子の作成が容易になる。

【0029】絶縁層12としてはMR比の点からAl₂O₃膜が望ましいが、その他の酸化膜、窒化膜等の絶縁膜も使用できる。また、Si膜、ダイヤモンド膜、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜等の単一元素の絶縁膜も使用できる。

【0030】本発明の各磁性層の膜厚は、膜厚が薄すぎ

ると熱エネルギーの影響で超常磁性化するため10Å以上であることが望ましく、膜厚が厚すぎると素子作成が困難となるため1000Å以下であることが望ましい。また、各磁性層を多層膜で構成することも可能であり、この場合には合計の膜厚を10Å以上1000Å以下に設定すれば良い。

【0031】また、絶縁層12は、膜厚が3Å以下である場合、強磁性層間が電気的にショートする可能性があり、30Å以上である場合、電子のトンネルが起きにくく、MR比が小さくなってしまいますので、3Å以上30Å以下であることが望ましい。

【0032】また、図示していないが、反強磁性層15、16上に更に電極層を設けてもよい。

【0033】次に、本発明のMTJ素子を磁気メモリに用いた場合について説明する。

【0034】強磁性層11の磁化は、環状の閉磁路構造を有し、右回りまたは左回りの磁化となり、この磁化の方向によって“0”、“1”の情報を記憶する。さらに、この強磁性層11は環状の閉磁路構造を有していることから、磁化方向は右回りもしくは左回りの閉じた磁化となり、端部磁極は発生しない。

【0035】強磁性層13、14の磁化方向は反強磁性層15、16との交換結合で固定されている。特に、強磁性層13、14の磁化方向は互いに反平行となるように固定されている。

【0036】本発明のMTJ素子に情報を書込む場合には、書きこむ情報に応じて、強磁性層11の磁化方向が右回りまたは左回りの磁化となるように、TMR素子1の近傍に配置された電流線に電流を流して、所望の磁界を発生させる。特に、環状構造を有する強磁性層11の中央に電流線を通すことにより、書き込みに必要な電流値を低減することが可能である。

【0037】次に、情報の読み出しについて説明する。強磁性層11の磁化が右回りの場合には、強磁性層11の磁化と、強磁性層13、14の磁化とが平行となり、MTJ素子の抵抗値は低くなる。一方、強磁性層11の磁化が左回りの場合（図1の状態）には、強磁性層11の磁化と、強磁性層13、14の磁化とが反平行となり、MTJ素子の抵抗値が高くなることを利用して情報を読み出す。

【0038】MTJ素子1の抵抗値を検出するための電流は、反強磁性層16、強磁性層14、絶縁層12、強磁性層11と図1紙面の上から下へ、その後、強磁性層11内を図1紙面の左から右へ、その後、絶縁層12、強磁性層13、反強磁性層15と図1紙面の下から上へ、或いはその逆方向に流される。

【0039】このように電流を流すことによって、トンネル接合部が2箇所直列に接続されることから、単一のトンネル接合を有する従来のTMR素子に比較して略2倍の出力を得ることができる。

10

20

30

40

50

【0040】図1では、強磁性層11の形状は口の字状であるが、本発明はこれに限定されるものではなく、その外形は三角形、円や楕円等であってもよく、少なくとも強磁性層11の磁化が閉じる構造となるような形状であればどんな形状でもよい。

【0041】また、本発明のMTJ素子は、強磁性層11上のいずれかの2箇所の位置に、それぞれ電氣的に分離するように、絶縁層12を介して磁化の方向が固定された強磁性層13、14を積層したものであればよい。また、固定される強磁性層13、14の磁化の向きは、強磁性層11のある磁化の向きに平行で、他の磁化の向きと反平行となるようにすればよい。

【0042】また、上述では、MTJ素子1の抵抗を検出するための電流は、強磁性層11を流れる構成となっており、強磁性層11の膜厚が薄い場合には素子の抵抗値が増加する可能性が有る。そこで、強磁性層11の下にTa、Ti等の導電層を設けることにより、素子の抵抗を低減することができる。

【0043】また、上述では、強磁性層13、14の磁化は反強磁性層15、16との交換結合により固定されているが、保持力の大きい強磁性材料を使用する等のその他の手段をとることも可能である。

【0044】また、金属層を介して反強磁性結合する二つの強磁性層で強磁性層13、14を構成することにより、端部に生じる磁極の影響を軽減できる。

【0045】また、強磁性層13、14を例えば補償点近傍組成の希土類-遷移金属合金膜のようなフェリ磁性材料で構成しても同様に端部の磁極の影響を低減できる。

*【0046】上述では、MTJ素子部分のみを示したが、実際の素子形成においては電流供給用のリード、基板、保護層及び密着層等が必要となることは明らかである。

【0047】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、従来の素子に比較して略2倍の出力が得られると同時に、端部磁極の影響を低減できることから、パターンが微細化されても十分大きな出力が得られるとともに、安定した磁化状態を保持することができる。従って、より高い集積度の磁気メモリを実現することができる。また、メモリ層となる強磁性層が閉磁路構造を取ることで、外部漏洩磁界に対して安定となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のMTJ素子の構成例を示す図である。

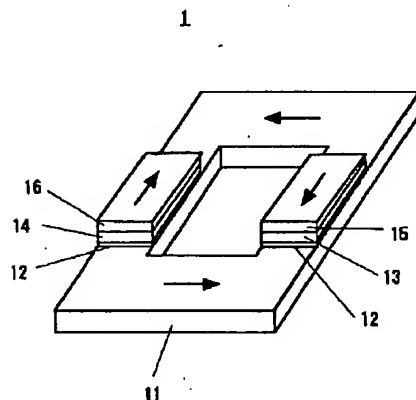
【図2】従来のMTJ素子の構成例を示す図である。

【図3】従来のMTJ素子の他の構成例を示す図である。

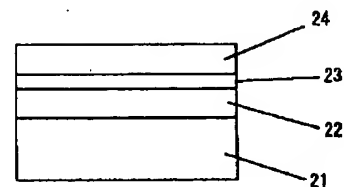
【符号の説明】

- 1、2、3：MTJ素子
- 11、13、14：強磁性層
- 12：絶縁層
- 15、16：反強磁性層
- 21：反強磁性層
- 22、24：強磁性層
- 23：絶縁層
- 31、37：反強磁性層
- 32、34、36：強磁性層
- 33、35：絶縁層

【図1】

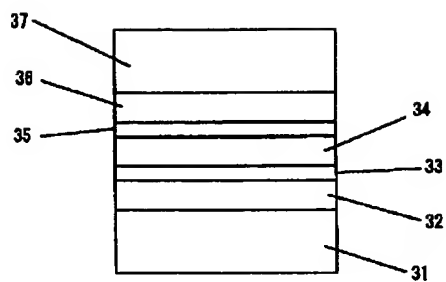


【図2】



【図3】

3



フロントページの続き

(72)発明者 林 秀和
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

F ターム(参考) 5D034 BA03 BA05 BA08 BA15